
Chemia gleby - zastosowanie testu biologicznego w ocenie gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi

Jacek Antonkiewicz

Opis projektu:

Spośród metali ciężkich, kadm jest pierwiastkiem szczególnie istotnym ze względu na stosunkowo wysoką mobilność w glebie oraz potencjalną toksyczność dla organizmów żywych. W porównaniu do innych metali, toksyczna dawka kadmu dla roślin wynosi 15 mg, podczas gdy dla miedzi 30 mg, dla ołowiu 500 mg, natomiast cynku powyżej 1500 mg · kg⁻¹ suchej masy roślinnej. Ocena skażenia chemicznego gleb polega najczęściej na określeniu zawartości metali ciężkich w glebie na drodze analizy chemicznej. Zawartość tych metali nie zawsze daje realne odzwierciedlenie zagrożenia ekotoksykologicznego związanego z ich obecnością w środowisku. Toteż w ostatnich latach, poleca się wykorzystanie prostych testów biologicznych opartych na kiełkujących nasionach. W testach tych stosuje się organizmy należące do różnych grup taksonomicznych i reprezentujące wszystkie ogniwa łańcucha troficznego. Łatwość przeprowadzania testów oraz ich uniwersalność, przemawiają za ich stosowaniem na lekcjach chemii.

Projekt ma na celu ocenę toksyczności gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi przy pomocy testu biologicznego. Specyfika tego testu obejmuje proste czynności związane z kiełkującymi nasionami, jak również umożliwia bezpośredni pomiar długości korzeni i pędów w pojemnikach testowych, np. metodą analizy obrazu.

Projekt zakłada stworzenie dla uczniów, w ramach zajęć szkolnych, warunków do kształcenia: umiejętności podejmowania decyzji, umiejętności interpretacji wyników i logicznego wnioskowania. Odbywać się to będzie w grupach, poprzez wymianę doświadczeń i wiedzy z zakresu metali ciężkich (pod nadzorem merytorycznym i opieką nauczyciela). Młodzież poprzez pracę w grupach angażuje się w cele projektu.

Projekt ten jest skierowany do uczniów pierwszej, drugiej lub trzeciej klasy liceum ogólnokształcącego (profil biologiczno-chemiczny), technikum o profilu ochrona środowiska. Może być realizowany na terenie całej Polski, nie zakłada konkretnego miejsca przeprowadzenia, może być prowadzony na terenach miejskich, zwłaszcza uprzemysłowionych oraz terenach nieuprzemysłowionych, w tym rolniczych. Łatwość prowadzenia testów biologicznych w ocenie chemicznego zanieczyszczenia gleby umożliwia realizację tego projektu w każdej szkole ponadgimnazjalnej (nie wymaga szczególnych nakładów finansowych).

W ramach ewaluacji projektu, przewiduje się sprawdzenie nabytych umiejętności, poprzez prezentacje przygotowane przez grupy, testy, quizy sprawdzające wiedzę z zakresu zanieczyszczeń chemicznych.

Cele ogólne projektu:

Kształcenie umiejętności: wykorzystania, przetwarzania informacji, korzystania z chemicznych tekstów źródłowych,

1. rozumowania i stosowania nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów,
2. wykazania związku składu chemicznego, budowy i właściwości substancji z ich zastosowaniami; posługiwania się zdobytą wiedzą w kontekście dbałości o własne zdrowie i ochrony środowiska naturalnego,
3. praktycznego posługiwania się sprzętem laboratoryjnym, odczynnikami chemicznymi, projektowania i przeprowadzania doświadczeń chemicznych.

Cele szczegółowe projektu:

Uczeń:

1. tłumaczy i uzasadnia kryteria podziału metali,
2. podaje właściwości chemiczne metali, cechy wspólne, różnice,
3. ocenia rozpuszczalność związków metali ciężkich w roztworze wodnym,
4. podaje przykłady metali ciężkich, uzasadnia potrzebę ich stosowania do gleby,
5. wymienia źródła chemicznego zanieczyszczenia gleb,
6. wymienia rodzaje zanieczyszczeń (metale ciężkie, węglowodory, pestycydy, azotany),
7. proponuje sposoby ochrony gleby przed zanieczyszczeniem chemicznym.

Metody pracy:

Praca w grupach pięcioosobowych, dyskusja, doświadczenia uczniowskie

Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, weryfikuje, wnioskuje i uogólnia;

Sposoby ewaluacji projektu:

1. Przedstawienie wpływu wybranego metalu na roślinę za pomocą ilustracji fotograficznej.
2. Prezentacja wyników przy zastosowaniu programu Microsoft PowerPoint lub innych tego typu,
3. Testy (forma pisemna lub „quiz”) przygotowane przez poszczególne grupy uczniów, dla pozostałej części klasy (sprawdzone pod względem merytorycznym przez nauczyciela).
4. Podsumowanie wiadomości z właściwości metali ciężkich.

Potrzebne materiały, środki techniczne:

1. Niezbędne:

- nasiona roślin testowych: kukurydza, gorczyca biała, sorgo, rukiew,
- wodne roztwory soli metali ciężkich (Cd, Zn, Pb, Cu, Ni), o stężeniu 1%, 5%; 10%, 20%,
- płytki do testów, płaskie pojemniki,
- gleba powietrznie sucha,
- cyfrowy aparat fotograficzny, ewentualnie aparat komórkowy zawierająca taką funkcję, lub kalka techniczna.

2. Opcjonalne:

- program komputerowy do pomiarów długości kielków lub linijka z podziałką,
- dostęp do Internetu i biblioteki dla uczniów,
- laptop i rzutnik multimedialny do prezentacji wyników.

Czas potrzebny do realizacji projektu:

3 miesiące, 20 godzin po 45' (2 godziny w tygodniu połączone w 1 blok godzinowy).

Harmonogram:

Objaśnienie:

W projekcie najistotniejsza jest samodzielna praca uczniów w grupach. Po ukonstytuowaniu się zespołów badawczych, każda grupa wybiera metal (w zależności od dostępności odczynników tj. soli metali, takich jak: Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) i przeprowadza badanie jego toksyczności (łącznie ok. 14 godzin 45'). Następnie przygotowuje prezentację z przeprowadzonego doświadczenia. Uczniowie na płytkach polietylenowych (które można zastąpić dowolnymi pojemnikami polietylenowymi z przykrywką, byle bez oznaczeń po produktach spożywczych) umieszczają glebę, którą pobierają z miejsc nie zanieczyszczonych (ogród, gleba kontrolna) i zanieczyszczonych (np. z terenów komunikacyjnych), a następnie do gleby niezanieczyszczonej wprowadzają roztwór soli wybranego metalu (roztwory o określonym stężeniu przygotowuje uczeń pod nadzorem nauczyciela). Po uwilgotnieniu gleby i dodaniu roztworów soli metali o różnych stężeniach, uczniowie wysiewają standaryzowane nasiona np. sorgo, rukwi, kukurydzy, gorczycy w ilości 10 szt./płytkę. Nasiona wyżej wymienionych roślin powinny być standaryzowane, można zakupić w specjalistycznych sklepach ogrodniczych lub stacjach hodowli roślin. Płytki z glebą kontrolną i zanieczyszczoną wybranym metalem oraz z wysianymi nasionami roślin zamykają (lub przykrywają przezroczystą folią polietylenową w rolce) uczniowie. Tak przygotowane płytki testowe uczniowie inkubują w pozycji pionowej w temperaturze pokojowej, ok. 20°C, w ciemności przez 3 dni (fot. 1).



Fot. 1 Warunki prowadzenia doświadczenia (realizacji projektu)

Po trzech dniach inkubacji uczniowie wykonują następujące czynności:

1. Rejestracja obrazu.

Uczniowie rejestrują obraz przy użyciu aparatu cyfrowego lub telefonu komórkowego (lub odrysowują na kłacie technicznej). Analizę i pomiar zapamiętanego obrazu dokonano przy pomocy programu „Image Tools”, program dostępny w Internecie: http://www.sciagnij.pl/programy/p/Windows-Grafika_i_DTP_Dodatki_dla_grafikow-Image_Tools/10676 (fot. 2). Zarejestrowany obraz korzeni roślin uczniowie porównują do kontroli i innych wariantów (z innymi metalami, dawkami – poziomami zanieczyszczeń).

2. Zliczanie kiełkujących nasion.

Uczniowie zliczają ilość skielkowanych nasion i porównują do kontroli i pozostałych wariantów.

3. Pomiar długości młodych korzeni.

Uczniowie obliczają długość korzeni i porównują do kontroli i pozostałych wariantów.

4. Obliczanie procentowego zahamowania kiełkowania i wzrostu korzeni.

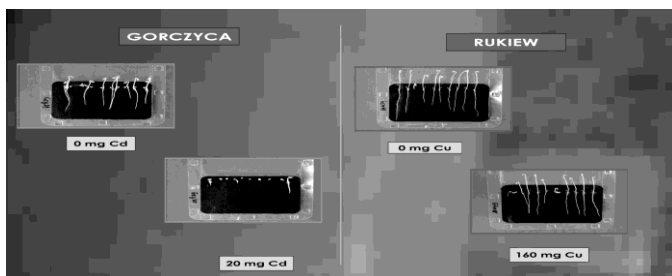
Na podstawie uzyskanych wyników uczniowie obliczają średnią liczbę nasion kiełkujących i średnią długość korzeni dla roślin testowych na każdej glebie z dodatkiem wybranego metalu jak i w wariancie kontrolnym. Procentowe zahamowanie kiełkowania i wzrostu korzeni obliczono wg następującego wzoru:

$$\frac{A-B}{A} \times 100$$

gdzie:

A – średnia liczba nasion kiełkujących lub średnia długość korzeni w glebie kontrolnej

B – średnia liczba nasion kiełkujących lub średnia długość korzeni w glebie z dodatkiem metalu.



Fot. 2 Weryfikacja zaprojektowanego doświadczenia

Uczniowie po wybranych pomiarach porównują uzyskane wyniki między grupami (zespołami) i oceniają toksyczność wybranych soli metali ciężkich.

Następnym zadaniem poszczególnych grup jest opracowanie zagadnień dotyczących właściwości metali i przedstawienie ich na zajęciach.

Uczniowie posługując się zdobytą wiedzą prezentują wyniki przed pozostałą częścią klasy (łącznie 3 godziny lekcyjne). Opiekę merytoryczną nad całością realizacji projektu prowadzi nauczyciel chemii.

Harmonogram zajęć:

Co jest do zrobienia	Termin wykonania
Wyjaśnienie na czym będą polegać zajęcia. Podział klasy na grupy.	1 godzina zajęć
Typowanie i pobieranie gleby z terenu przez grupy.	2 godziny zajęć
Ustalanie dyżuru i sposobu kontaktu z nauczycielem. Wybór metalu.	1 godzina zajęć
Zakładanie doświadczenia.	2 godziny zajęć
Uczniowie opisują doświadczenie, sporządzają notatki.	2 godziny zajęć
Przetwarzanie i tworzenie informacji z różnych źródeł: chemicznych, Internetu.	2 godziny zajęć
Sporządzanie dokumentacji fotograficznej, wnioskowanie.	3 godziny zajęć
Zakończenie doświadczenia.	1 godzina zajęć
Prezentacje wyników doświadczenia.	3 godziny zajęć
Podsumowanie wiadomości z zakresu zanieczyszczeń chemicznych*.	1 godzina zajęć
Podsumowanie projektu, omówienie wyników testów.	1 godzina zajęć
Poprawa, uzupełnienie wiadomości.	1 godzina zajęć
Razem	20 godzin zajęć

* Posumowanie wiadomości: po przeprowadzonych przez grupy doświadczeniach, nauczyciel przygotowuje test pisemny lub ustny, quiz. Test jest przeprowadzany tydzień po zaprezentowanych wynikach doświadczeń. Celem testu jest sprawdzenie nabytej wiedzy przez uczniów w zakresie zanieczyszczeń che-

micznych, w tym metali ciężkich.

Literatura

1. Jasiewicz Cz., Baran A, Antonkiewicz J. (2009). Testing toxicity of oily grounds using Phytotoxkit test. First Joint PSE-SETAC Conference on Ecotoxicology 16-19 September 2009, Jagiellonian University. Krakow, 104.
2. Baran A., Jasiewicz Cz., Klimek A. (2008). Reakcja roślin na toksyczną zawartość cynku i kadmu w glebie. *Proceedings of ECOpole*, 2, 2, 417-422.
3. Baran A. Jasiewicz. Cz. (2009). Toksyczna zawartość cynku i kadmu w glebie dla różnych gatunków roślin. *Obieg pierwiastków w środowisku. Ochrona środowiska i zasobów naturalnych*, 40, 157-164.
4. Jasiewicz. Cz. Baran A. Antonkiewicz J. (2010). Zastosowanie testu PhytotoxkitTM w ocenie gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Monografia. pt. "Innowacyjne Rozwiązania Rewitalizacji Terenów Zdegradowanych". Wyd. CBiDGP Łódźwiany-Katowice, 94-100. ISBN 978-83-905712-9-4.
5. Baran A. Jasiewicz Cz. (2011). Assessment of maize sensitivity to zinc using Phytotoxkit test. International Conference "Soil, Plant, Food interactions", Brno, 6-8 September 201, 49-55.